

mgr inż. Tomasz Chyła<sup>1)</sup>

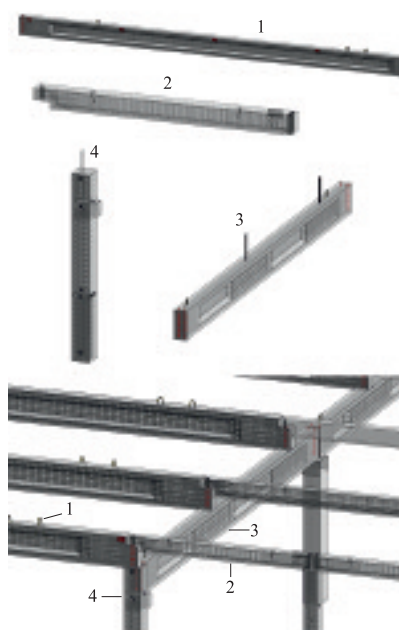
# BIM w projektowaniu prefabrykowanych hal przemysłowych

DOI: 10.15199/33.2018.07.20

Technologia BIM pozwala na stworzenie inteligentnego modelu 3D, dzięki któremu cały proces inwestycyjny łączy w jednym miejscu konstruktorów, planistów, architektów oraz wszystkie niezbędne branże. BIM jest bardzo pomocny w szybkim uruchomieniu procesu inwestycyjnego, a na etapie koordynacji międzybranżowej wręcz niezbędny, aby uniknąć wielu błędów, których wykrycie było bardzo trudne w przypadku stosowania tradycyjnych rozwiązań.

Powtarzalność elementów (typizacja rozwiązań) szczególnie w przypadku hal prefabrykowanych znacznie przyspiesza budowę i zmniejsza koszty wytwarzania jednakowych części obiektu. Przekłada się to bezpośrednio na możliwość szybszego użytkowania obiektu oraz optymalizację kosztów. Dodatkowe korzyści (dalszą optymalizację kosztów, czasu oraz uniknięcie błędów na placu budowy) można uzyskać, jeśli prefabrykowane elementy konstrukcji są najpierw „wyprodukowane” i zmontowane w wersji cyfrowej (rysunek 1). Podczas opracowywania projektu dużych hal, bazując na rzutach i przekrojach 2D, już w początkowych etapach projektowania może dojść do pomyłek i nieporozumień, nie wspominając o dokonywanych zmianach i rewizjach. W takich przypadkach opracowanie konstrukcji 3D w technologii BIM jest trafnym rozwiązaniem (rysunek 2). Dzięki modelowi centralnemu obiektu możliwe jest dodawanie kolejnych składowych z poszczególnych branż i w efekcie stworzenie modelu planowanego budynku oraz wykonanie symulacji użytkowania budynku. Należy podkreślić, że model 3D w technologii BIM pozwala na uniknięcie kolizji już na etapie projektowania, co przekłada się na przyspieszenie prac budowlanych (brak opóźnień, sprawne rozwiązywanie koli-

zji) oraz na wykonanie wizualizacji różnych koncepcji projektu. Na każdym etapie procesu budowlanego inwestor, projektanci i wykonawcy mają pełny obraz inwestycji. Można również zmaterializować model przy użyciu drukar-

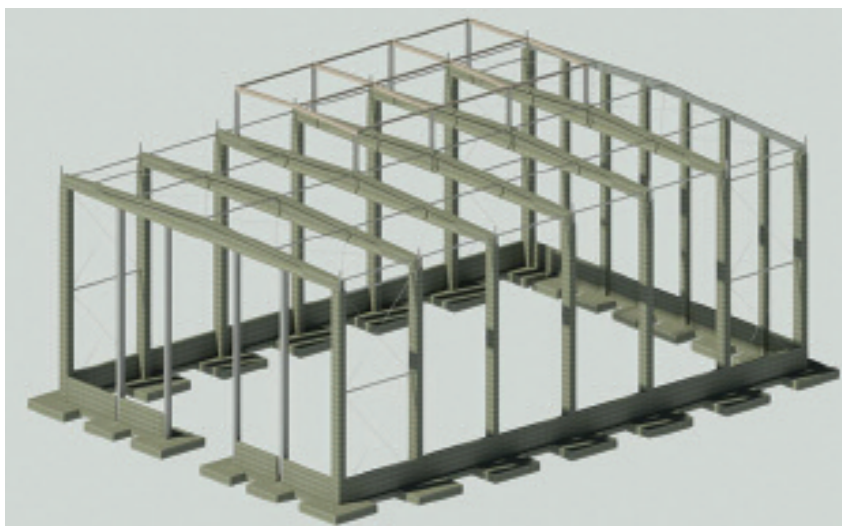


**Rys. 1.** „Zmontowana” cyfrowa konstrukcja. Projekt wykonany w programie REVIT: 1 – dźwigar dachowy; 2 – belka dachowa; 3 – podciąg; 4 – słup

ki 3D, zanim zostanie podjęta decyzja o produkcji czy wykonawstwie.

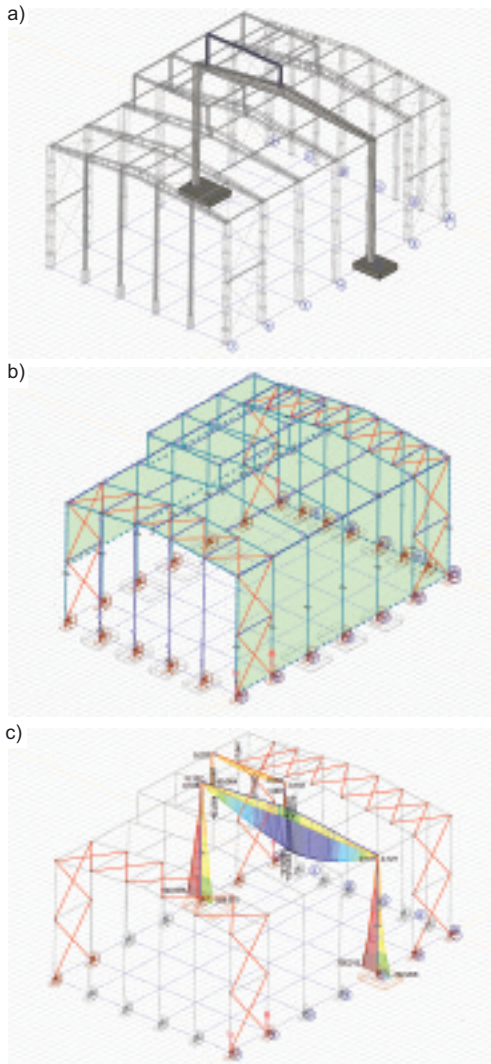
Technologia BIM wspomaga również wykonanie obliczeń statycznych zarówno pojedynczego elementu konstrukcyjnego, jak i całości obiektu (rysunek 3). Warto zwrócić uwagę, że model analityczny (obliczeniowy) powstaje równoległe z modelem fizycznym. Import i eksport danych między poszczególnymi programami nie stanowi problemu. Wirtualny model budynku może zostać poddany szacowanym rzeczywistym obciążeniom: klimatycznym, użytkowemu, wyjątkowemu. Dzięki takiemu podejściu poszczególne elementy konstrukcyjne można w szybki sposób zoptymalizować pod względem geometrii i wytrzymałości.

Podczas projektowania hal z żelbetowych elementów prefabrykowanych wymagana jest duża dokładność ze względu na konieczność precyzyjnego umiejscowienia poszczególnych elementów konstrukcji (rysunek 4). Najczęściej jest to konstrukcja szkieletowa jedno- lub wielonawowa z pomieszczeniami przeznaczonymi do celów produkcyjnych, magazynowych często z zapleczem biurowym oraz socjalnym. Wiele elementów obiektu, m.in. fundamenty, słupy, posadzka, belki,



**Rys. 2.** Hala produkcyjna, model 3D wykonany w programie REVIT (konstrukcja prefabrykowana żelbetowo-stalowa)

<sup>1)</sup> Wraz z zespołem Biura Projektowego COMFORT S.A.; t.chyła@comfortsa.pl

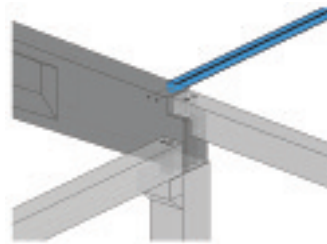


**Rys. 3.** Analizy 3D hali produkcyjnej (a), wykonany w programie AxisVM; przykładowe obciążenie ustroju (b) oraz wyniki obliczeniowe (c)

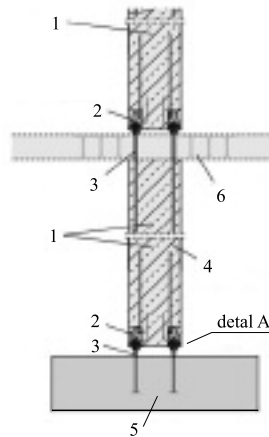
musi być dostosowanych do indywidualnych wymagań np. z powodu urządzeń i maszyn, które docelowo będą znajdowały się w obiekcie. Ważnym aspektem głównych układów nośnych jest zapewnienie jak największej wewnętrznej powierzchni otwartej, która pozwoli na składowanie i manewrowanie wewnątrz obiektu. Na szczególną uwagę zasługują nowoczesne żelbetowe elementy prefabrykowane wraz z paletą akcesoriów montażowych oraz eksploatacyjnych, pozwalające na dowolność łączenia między poszczególnymi elementami i typami konstrukcji (np. stal-żelbet).

Jednym z popularniejszych rozwiązań montażu słupów prefabrykowanych jest **połączenie śrubowe za pomocą specjalnych systemowych łączni-**

**ków.** System składa się z gwintowanych kotew umieszczonych w fundamencie/stropie oraz odpowiednich marek zatopionych w słupie (rysunek 5, fotografia 1). Innym rozwiązaniem jest **połączenie słupa i belki za pomocą specjalnych łączników stalowych** (rysunek 6). Pozwala ono na rezygnację ze skomplikowanych wykonawczo krótkich wsporników, co wpływa korzystnie na czas pracy i estetykę węzła. Do połączenia elementów żelbetowych można też zastosować **zbrojenie odginane** (rysunek 7), umożliwiające łatwe i ra-



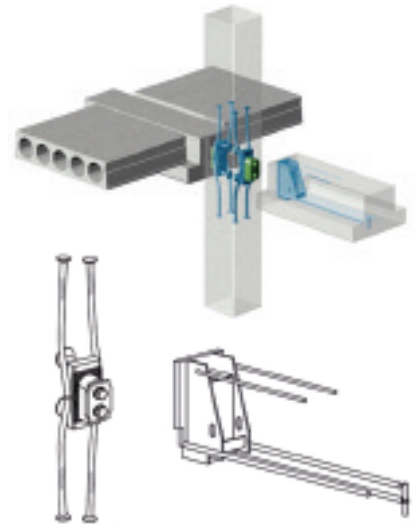
**Rys. 4.** Przykładowy węzeł, w którym wymagana jest duża dokładność montażowa/produkcyjna. Model wykonany w programie REVIT



**Rys. 5.** Przykręcane połączenie słup – fundament: 1 – prefabrykat; 2 – łącznik słupowy HCC; 3 – kotwa prętowa HAB; 4 – słup z betonu > C30/37; 5 – fundament; 6 – strop monolityczny lub prefabrykowany  
[Źródło: <http://www.halfen.com/catalogues/pl/media/catalogues/reinforcementsystems/hcc-p.pdf>]



**Fot. 1.** Połączenie słup – fundament – detal A z rysunku 5



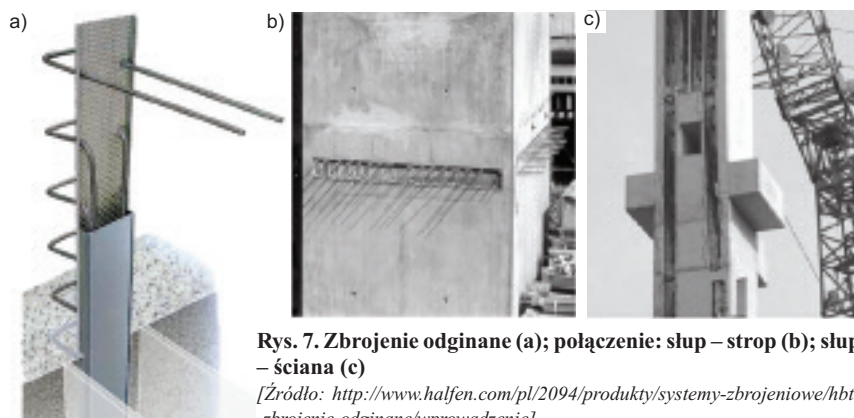
**Rys. 6.** Bezwspornikowe połączenie elementów słup – belka

[Źródło: <http://www.peikko.pl/produkty/wsporniki/>]

jonalne połączenie w różnych fazach budowy. Dzięki temu stropy, ściany lub schody można realizować w późniejszym terminie, zachowując przy tym odpowiednie przeniesienie obciążeń. Typowe elementy to szyny jedno- lub dwurzędowe o długości 0,8 m i 1,25 m oraz średnicy prętów 8, 10 oraz 12 mm. Powszechnie stosowanym połączeniem jest także **szyna kotwiąca**, dzięki której za pomocą kątownika i śrub młotkowych już od poziomu fundamentu można zapewnić duże tempo montażu elementów konstrukcji, np. podwaliny (fotografia 2). Takie rozwiązanie przy niewielkim koszcie montażu zapewnia elastyczne dopasowanie, bez użycia betonu monolitycznego, wiercenia i spawania.

Przedstawione rozwiązania wymagają dużej dokładności w przypadku „montażu” w projekcie oraz produkcji. Jest to możliwe i łatwe do osiągnięcia, stosując technologię BIM – wielu producentów oferuje produkty także w formie cyfrowych modeli, które w łatwy i szybki sposób można importować do projektu.





[Źródło: <http://www.halfen.com/pl/2094/produkty/systemy-zbrojeniowe/hbt-zbrojenie-odginane/wprowadzenie>]



Fot. 2. Połączenie elementów prefabrykowanych typu podwalina – słup  
[Źródło: <http://www.wj-p.pl/files/8014/0127/3033/32pl.pdf>]

Duży wybór programów współpracujących między sobą, np. Revit i Advance-Steel, pozwala na bezkolizyjne łączenie poszczególnych technologii i zaprezentowanie inwestorowi, jak dostosowano elementy do poszczególnych wytycznych stawianych konstruktorom.

Żelbetowe hale przemysłowe mogą składać się z: doków przeładunkowych, dźwigarów dachowych, płatwi, rygli ściennych/dachowych, słupów, stoposłupów oraz ścian jedno- dwu- i trzywarstwowych, podwalin (fotografie 3 i 4). Każdy z wymienionych elementów obiektu można modyfikować w modelu centralnym, co ułatwia proces projektowy i pozwala na efektywną współpracę międzybranżową inżynierów biorących udział w procesie budowlanym. W czasie rze-



Fot. 3. Budowa NEUCA w Toruniu; montaż elementów konstrukcyjnych

[Fot. COMFORT S.A.]



Fot. 4. Model prefabrykowanego słupa żelbetowego wykonany w programie REVIT (a); widok słupów z budowy (b)

[Fot. COMFORT S.A.]

czywistym mogą oni dostosowywać swoją część projektu do powstałych zmian.

Dzięki programom wspomagającym projektowanie wykorzystującym BIM możliwe jest precyzyjne ustalenie harmonogramu produkcji, dostaw i montażu, wraz ze stworzeniem animacji placu budowy z kolejnymi etapami realizacji inwestycji, np. montażem kolejnych prefabrykowanych elementów hali.

Centralny model obiektu dał nowe możliwości inżynierom zaangażowanym w proces wznoszenia obiektów budowlanych. Uniknięcie kosztownych

błędów koordynacyjnych, skrócenie czasu wznoszenia konstrukcji, stosunkowo dokładne wyliczenia kosztorysowe budowy, to jedne z wielu zalet wykorzystania technologii BIM.

BIM to szeroko rozumiany dialog, który umożliwia zaprogramowanie inwestycji w najdrobniejszych szczegółach – od pomysłu, przez koncepcję do dokumentacji projektowej, która pomaga w profesjonalnym zarządzaniu procesem wznoszenia obiektu, jego uruchomieniem i na planowaniu eksploatacji kończąc. BIM to konsekwencja myślenia w przeszłości o przyszłości, dlatego jak go rozumiemy dziś, to już przeszłość, a przyszłość oraz wykorzystanie BIM wydają się ograniczone tylko możliwościami ludzkiego umysłu.

Przyjęto do druku: 18.06.2018 r.

Partner działu:

**Stowarzyszenie Producentów Betonów**

